

Список использованных источников

1. <http://www.teplopromproekt.ru/catalog/mullitokremnezemistye-rulonnye-materialy/kaolinovaya-vata/>.
2. <http://www.teplopromproekt.ru/catalog/keramovolokno/plita/>.
3. <http://www.teplopromproekt.ru/catalog/kreplenia/keramicheskii-vint/>.
4. <http://www.teplopromproekt.ru/catalog/kreplenia/keramicheskaya-chashka/>.
5. <http://www.teplopromproekt.ru/catalog/trubki-mkr/>.
6. Киселев Е. В., Куткин В. Б., Матюхин В. И. Электрические печи сопротивления: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2010. – 79 с.
7. Советкин В. Л., Федяева Л. А. Теплофизические свойства веществ: учебное пособие. Екатеринбург: УПИ, 1990. – 104 с.

УДК 669.042

В. М. Васильев, В. В. Курносков

ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский
технологический университет МИСиС», г. Москва, Россия

КАМЕРНАЯ ПЕЧЬ С АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ РАЗДЕЛЕНИЕМ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ БЕЗОКИСЛИТЕЛЬНОГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРЕВА СТАЛИ

Аннотация

В рамках продолжения совместных работ «ЗИО-Подольск» и «НИТУ «МИСИС» в соответствии с постановлением правительства РФ №218 от 09.04.2010 г. был проведен научно-исследовательский эксперимент на камерной печи малоокислительного нагрева «ЗИО-Подольск». Заготовки нагревались в печи с безокислительной атмосферой определенное время. Охлаждение заготовок производилось двумя способами: на воздухе и в воде. Методом непосредственного взвешивания заготовок было произведено определение угара металла. По полученным результатам был сделан вывод, что в данной печи можно производить безокислительный высокотемпературный нагрев.

Ключевые слова: угар металла, безокислительный нагрев, защитная атмосфера.

Abstract

In a continuation of joint research "ZIO-Podolsk" and "NUST" MISIS" according to the resolution of the Government of the Russian Federation № 218 from 09.04.2010 was proceeded research experiment on the heating non-oxidizing chamber furnace of "ZIO-Podolsk". Billets are heated in a non-oxidizing furnace atmosphere certain time. Cooling of billets was proceeded in two ways: in the open air and in water. By direct weighing of billets weight of the metal oxide was defined. According to the results, it was concluded that in the furnace non-oxidizing high-temperature heating can be proceeded.

Keywords: oxidation of metal, nonoxidizing heating, protective atmosphere.

Безокислительный нагрев стали открытым пламенем до температуры обработки ее давлением, в случае применения в качестве топлива природного газа, предполагает нагрев металла в продуктах неполного горения при коэффициенте расхода воздуха n не выше 0,5 [1]. При таких значениях n при температуре 600 °С металл не окисляется. Доля использования химической энергии природного газа при $n = 0,5$ составляет всего около 35 %, а калориметрическая температура составляет 1300 °С. Естественно, достичь энергоэффективности, скорости и температуры нагрева металла, близких к печам с обычным полным сжиганием топлива, возможно только в случае стадийного сжигания с аэродинамическим разделением рабочего пространства [2]. В исследуемой печи это достигается использованием рекуперативных горелок ГСП-25 ЗАО «Комас», работающих в широком диапазоне регулирования коэффициента расхода воздуха n от 0,3 до 10 и позволяющих произвести «тонкую» настройку соотношения газ-воздух. Схема печи показана на рис. 1.

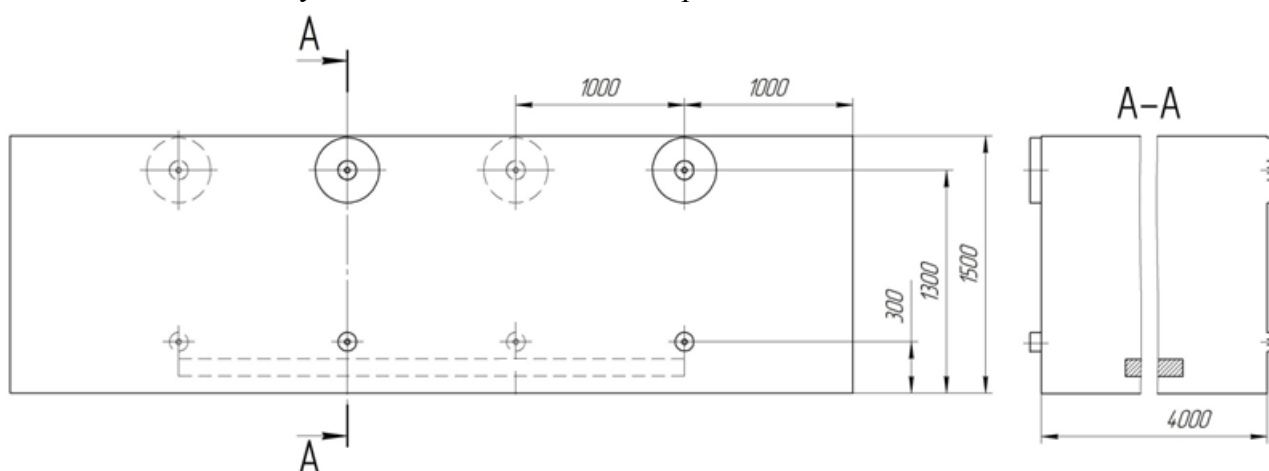


Рис. 1. Схема печи малоокислительного нагрева

Нижний ряд горелок работает с коэффициентом расхода воздуха $n=0,48$, что позволяет создать безокислительную атмосферу вблизи поверхности заготовки. Верхний ряд горелок работает с коэффициентом расхода воздуха $n>2$, что позволяет дожечь продукты неполного горения нижнего ряда горелок, тем самым выпуская из печи продукты полного горения, причем с низким содержанием NO_x . Разделение потоков нижнего и верхнего рядов горелок происходит за счет их шахматного расположения.

Для проведения эксперимента были выбраны цилиндрические прутки, а для определения угара металла – метод непосредственного взвешивания заготовок.

Определение угара металла методом непосредственного взвешивания заготовок

Наиболее точным методом определения угара является взвешивание контрольных заготовок до и после нагрева в печи. Перед взвешиванием заготовки очищают от окалины механическим способом.

Способ охлаждения металла имеет важное значение. При охлаждении на воздухе металл продолжает окисляться и величина угара повышается. Наиболее правильным является быстрое охлаждение металла в воде [4].

Эксперимент

В качестве заготовок для эксперимента были выбраны цилиндрические прутки из стали ст3сп диаметром 18 мм и длиной 230–240 мм. Перед загрузкой в печь, каждую заготовку зачистили от окалины и пронумеровали по порядку от №1 до №4.

На лабораторных весах с точностью до 0,01 г произвели измерение массы каждой заготовки до загрузки в печь.

Параллельно с процедурой подготовки к эксперименту печь также была выведена на рабочий режим. Температура в рабочем пространстве печи перед загрузкой заготовок составляла 1200 °С.

Последовательно друг за другом в печь были загружены заготовки №1 и №2. По истечении 10 минут нагрева заготовки были извлечены из печи. Охлаждение заготовки №1 производилось в емкости с водой, а заготовки №2 – на воздухе.

Затем в печь были загружены заготовки №3 и №4. Также, по истечении 10 минут нагрева, заготовки были извлечены из печи. Охлаждение заготовки №3 производилось во второй емкости с водой, а заготовки №4 на воздухе.

Заготовки №1 и №3 были высушены. Окалина, опавшая с них при охлаждении, была собрана и высушена для взвешивания.

Заготовки №2 и №4 охлаждались в условиях естественной конвекции на подложках из теплоизолятора.

Затем на лабораторных весах вновь произвели измерение заготовок уже после нагрева. Также отдельно была взвешена окалина от заготовок №1 и №3 и прибавлена к массе этих же заготовок.

Обработка результатов эксперимента

Изменение массы заготовки находим по формуле (1):

$$\Delta m = m_1 - m_2, \quad (1)$$

где m_1 – масса заготовки до нагрева;

m_2 – масса заготовки после нагрева.

Находим угар металла по формуле (2), мас. %:

$$M\% = \Delta m / m_1. \quad (2)$$

Находим площадь поверхности заготовок по формуле (3), м²:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot (h + R). \quad (3)$$

Находим массу окалины на 1 см² поверхности заготовки по формуле (4), г/см²:

$$\rho_{ок} = \Delta m / S. \quad (4)$$

Результаты эксперимента

№ заготовки	Масса до нагрева, г	Площадь поверхности, см ²	Способ охлаждения	Масса после нагрева, г	Изменение массы, г	Угар металла, %	Угар металла, г/см ²
1	479,03	135,65	В воде	479,08	0,05	0,01	0,0004
2	478,78	135,1	На воздухе	478,88	0,1	0,02	0,0007
3	479,78	137,3	В воде	479,85	0,07	0,015	0,0005
4	479,15	140,7	На воздухе	479,26	0,11	0,02	0,0008

Угар стали до $0,01 \text{ г/см}^2$ при высокотемпературном нагреве можно считать безокислительным [2].

Как видно из данных, приведенных в таблице, значения окалины на образцах №1 и №3, охлажденных без доступа кислорода в воде, более чем соответствуют заданным требованиям безокислительного нагрева. Количество окалины на образцах № 2 и №4, охлажденных на воздухе, также соответствует безокислительному нагреву.

По результатам, полученным в ходе эксперимента, можно сделать вывод, что в данной печи вблизи заготовки образуется безокислительная атмосфера, что позволяет защитить металл от окисления.

Список использованных источников

1. Курносов В. В., Шульц Л. А. Камерная рекуперативная печь с аэродинамическим разделением рабочего пространства для безокислительного высокотемпературного нагрева стали в кузнечно-штамповочном производстве // Известия вузов. Черная металлургия. 2012. № 3. С. 35–39.

2. Курносов В. В., Шульц Л. А. Безокислительный нагрев стали в камерных печах кузнечно-штамповочного производства // Известия вузов. Черная металлургия. 2012. № 1. С. 9–13.

3. Гехтман С. Д. Способы определения угара металла в нагревательных колодцах и методических печах. – М.: Черметинформация, 1968.

4. Бербенев В. И. Сжигание газа в печах безокислительного и малоокислительного нагрева, – Л.: Недра, 1988. – 175 с.

УДК 669.042

Е. О. Васькова, В. И. Матюхин, О. В. Матюхин

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

Институт материаловедения и металлургии,

кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии», г. Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЫЛЕОСАЖДЕНИЯ НА ВЕЛЬЦ-ПЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Аннотация

Для снижения пылевыноса из рабочего пространства вельц-печи и улучшения тепловой работы котла-утилизатора предложено использовать энергию акустического поля, формируемого непосредственно на местах наибольшего скопления пылевых частиц. Показано, что в этом случае наблюдается увеличение выхода оборотной пыли на 8,74 % за счет интенсификации процесса внутриагрегатной коагуляции, выхода вельокиси на 2,99 % за счет снижения гидравлического сопротивления пылевой камеры и котла и увеличения действи-